

[First Hit](#)[Previous Doc](#)[Next Doc](#)[Go to Doc#](#)

Generate Collection

Print

L3: Entry 1 of 2

File: JPAB

Apr 11, 1995

PUB-NO: JP407096259A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 07096259 A

TITLE: APPARATUS AND METHOD FOR GASEOUS PHASE REMOVAL OF REFUSE FROM SURFACE OF SUBSTRATE AND PROCESS APPARATUS AND LINE

PUBN-DATE: April 11, 1995

## INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

OMI, TADAHIRO

YAMAKAWA, HIROYUKI

HAYASHI, CHIKARA

## ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

OMI TADAHIRO

ULVAC JAPAN LTD

APPL-NO: JP05244992

APPL-DATE: September 30, 1993

INT-CL (IPC): B08B 5/02; H01L 21/3065; H01L 21/304

## ABSTRACT:

PURPOSE: To remove the refuse from the surface of a substrate by providing a treatment tank, the means holding the substrate within the treatment tank, a means supplying specific gas to the surface of the substrate and a means generating Bernoulli pressure difference on the surface of the substrate.

CONSTITUTION: A silicon wafer 107 is inserted in a substrate receiving tank 130 and, after the atmosphere in the tank 130 is sufficiently replaced with gas, for example, N2 gas so that the concn. of the moisture in the tank becomes 10ppm or less, the silicon wafer 107 is fixed on the support stand 108 within a vacuum treatment tank 101 through a substrate feed chamber 131. Next, an opening and closing valve 113 is opened and the N2 gas is sprayed on the silicon wafer 101 through a blowoff port 111. Further, a high pressure gas control part 117 is operated to generate intermittent pressure fluctuations from the blowoff port 111, for example, at a rate of 10 times/min. By this constitution, the blown-off N2 gas and the refuse separated from the silicon wafer 107 are discharged out of the system through an exhaust passage 122.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

[Previous Doc](#)[Next Doc](#)[Go to Doc#](#)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-96259

(43)公開日 平成7年(1995)4月11日

(51)Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 0 8 B 5/02		A 2119-3B		
H 0 1 L 21/3065				
21/304	3 4 1 G		H 0 1 L 21/ 302	N

審査請求 未請求 請求項の数20 OL (全 14 頁)

(21)出願番号 特願平5-244992

(22)出願日 平成5年(1993)9月30日

(71)出願人 000205041

大見 忠弘

宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2-1-17-301

(71)出願人 000231464

日本真空技術株式会社

神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地

(72)発明者 大見 忠弘

宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2の1の17の301

(74)代理人 弁理士 福森 久夫

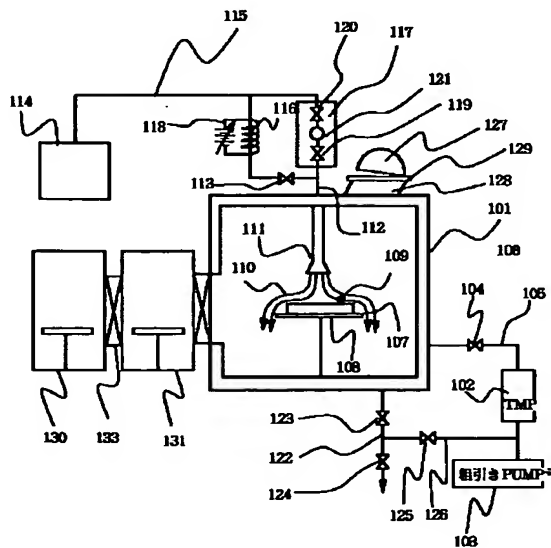
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 基体表面からの気相ゴミ除去装置及び除去方法並びにプロセス装置及びプロセスライン

#### (57)【要約】

【目的】 いかなる材料から成るゴミに於いても、基体表面上に付着したゴミを、除去出来る気相ゴミ除去装置及び除去方法を提供すること。ゴミ除去工程の自動化、インライン化が初めて、可能になり、製造の高歩留りが期待出来るプロセス装置及びプロセスラインを提供すること。

【構成】 気相ゴミ除去装置は、処理槽と、処理槽内において基体を保持する手段と、基体表面に水分濃度100ppb以下のガスを供給する手段と、基体表面にベルヌーイの圧力差を発生させるための手段を備えたことを特徴とする。プロセス装置は、複数の処理槽と処理槽に基体を搬送する手段を有したクラスター方式の基体処理装置において、複数の処理槽の少なくとも1つに上記気相ゴミ除去が組み込まれていることを特徴とする。プロセスラインは、上記気相ゴミ除去装置を少なくとも一部に有することを特徴とする。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも1つの処理槽と、前記処理槽内において基体を保持する手段と、前記基体表面に水分濃度100ppb以下のガスを供給する手段と、前記基体表面にベルヌーイの圧力差を発生させるための手段とを備えたことを特徴とする基体表面からの気相ゴミ除去装置。

【請求項2】 間欠的な圧力変動を少なくとも前記基体表面に発生させるための手段を設けたことを特徴とする請求項1記載の基体表面からのゴミ除去装置。

【請求項3】 前記間欠的な圧力変動を少なくとも基体表面に発生させる手段として、衝撃波もしくは圧力波を発生させる機構を備えたことを特徴とする請求項2に記載の基体表面からの気相ゴミ除去装置。

【請求項4】 前記基体を80℃以上300℃以下の温度に上昇させる手段を備えたことを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載の基体表面からの気相ゴミ除去装置。

【請求項5】 前記基体を80℃以上200℃以下の温度に上昇させる手段を備えたことを特徴とする請求項4 20に記載の基体表面からの気相ゴミ除去装置。

【請求項6】 前記基体表面の吸着水分量が平均値で2分子層以下となるよう構成したことを特徴とする請求項1ないし5のいずれか1項に記載の基体表面からの気相ゴミ除去装置。

【請求項7】 前記処理槽内に正負の電荷を供給し、前記処理槽内に存在する静電気を除去するための手段を有したことを特徴とする請求項1ないし6のいずれか1項に記載の基体表面からの気相ゴミ除去装置。

【請求項8】 前記基体を回転させる手段を有したことを特徴とする請求項1ないし7のいずれか1項に記載の基体表面からの気相ゴミ除去装置。 30

【請求項9】 前記基体に、超音波もしくは機械的振動またはその両方を供給する手段を有したことを特徴とする請求項1ないし8のいずれか1項に記載の基体表面からの気相ゴミ除去装置。

【請求項10】 前記ガスに原子状水素を混入させる手段を有したことを特徴とする請求項1ないし9のいずれか1項に記載の基体表面からの気相ゴミ除去装置。

【請求項11】 前記基体表面に液体窒素、液体アルゴン、イソプロピルアルコール等の常温で容易に気化する液体を供給する手段を有したことを特徴とする請求項1 40ないし10のいずれか1項に記載の基体表面からの気相ゴミ除去装置。

【請求項12】 前記ガスが反応性ガスもしくは少なくとも反応ガスを一部に含んだガスであることを特徴とする請求項1ないし11のいずれか1項に記載の基体表面からの気相ゴミ除去装置。

【請求項13】 複数の処理槽と前記処理槽に基体を搬送する手段を有したクラスター方式の基体処理装置にお 50

2

いて、前記複数の処理槽の少なくとも1つに請求項1ないし12のいずれか1項に記載の基体表面からの気相ゴミ除去装置が組み込まれていることを特徴とするプロセス装置。

【請求項14】 請求項1ないし12のいずれか1項に記載の基体表面からの気相ゴミ除去装置を少なくとも一部に有することを特徴とするプロセスライン。

【請求項15】 請求項13に記載のプロセス装置を少なくとも一部に有することを特徴とするプロセスライン。

【請求項16】 処理層内の水分濃度を10ppm以下とし、基体表面に水分濃度10ppm以下のガスの流れと、ベルヌーイの圧力差を発生させることを特徴とする基体表面からの気相ゴミ除去方法。

【請求項17】 間欠的な圧力変動を少なくとも前記基体表面に発生させることを特徴とする請求項16記載の基体表面からの気相ゴミ除去方法。

【請求項18】 前記基体を300℃以下の温度に上昇させる手段を備えたことを特徴とする請求項16または17に記載の基体表面からの気相ゴミ除去方法。

【請求項19】 前記基体表面の吸着水分量が平均値で2分子層以下とすることを特徴とする請求項16ないし18のいずれか1項に記載の基体表面からの気相ゴミ除去方法。

【請求項20】 前記処理槽内に正負の電荷を供給し、前記処理槽内に存在する静電気を除去することを特徴とする請求項16ないし19のいずれか1項に記載の基体表面からの気相ゴミ除去方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、基体表面からの気相ゴミ除去装置及び除去方法並びにプロセス装置及びプロセスラインに係る。

【0002】

【従来の技術】半導体製造工程に於いて、例えば、基体処理槽内及び基体搬送中に付着するゴミは、歩留まり低下の最大の原因となっている。例えば、シリコンの大集積回路に於いて、例えばドライエッチング処理中に処理槽に供給されるガスは反応性のガスの他に堆積性ガス、また堆積性ガス成分を含むガスが導入されている。この堆積性ガスに起因するガス成分による反応堆積物が真空槽に堆積する。また反応性ガスと被エッチング膜との副反応生成物の堆積、耐レジスト・マスクとの低選択比に起因するレジストからの分解物による副生成物の堆積、スパッタされた下地材料、スパッタされた真空槽まわりの構成材料の堆積等は、ゴミの発塵の主な原因となっている。例えば、アルミニウム金属配線のドライ・エッチングに於いて、エッチング中にエッチング困難な材料から成るゴミがアルミニウム表面に付着すると、ゴミの下部はエッチングされずゴミの周りがエッチングされエッ

チング残り(エッチング残渣)が生じる。通常追加エッチングいわゆるオーバエッチングを行いエッチング残りを除去するが、過剰なオーバエッチングは、レジストマスクや下地酸化膜の膜厚減りをもたらす。又オーバエッチング時の中性ラジカル種によるアルミニウム配線の横方向のエッチングが進み、配線の細りの問題が生じる。さらに段差部にわたるアルミニウム配線部は、平坦部のアルミニウム部よりエッチング残り除去の為の追加のエッチング、いわゆるオーバ・エッチングが少なくなる為、段差部にゴミが付着するとエッチング残りが金属配線間にわたり、金属配線の短絡を起こす問題が発生する。

【0003】またプラズマ絶縁膜の成膜処理では、ゴミがウエハ表面に付着すると、ゴミの上にも膜が堆積され極少的な成膜の凹凸の発生や、取り込まれたゴミが重金属の場合、シリコン上に形成されたMOSトランジスタのゲート絶縁膜の破壊、トランジスタ接合部のリーク電流の増加、アルカリ性イオンの場合は、トランジスタの閾値変化等のトランジスタの電気的性能に悪影響を及ぼす。

【0004】また、スパッタリングによる金属膜の成膜処理では、基体表面上に付着したゴミは金属膜中に取り込まれ金属配線の平坦な成膜性を劣化する。またコンタクトホール部及びスルホール部の穴の中にゴミが存在したまま金属成膜を行うと、配線形成後、コンタクトホール及びスルホール部の抵抗増加、コンタクトホール及びスルホール部配線のマイグレーション耐性の劣化の問題が生じる。

【0005】この様に、従来は、これらのゴミがほとんど付着したまま次工程の処理槽に搬送され、処理槽間に液り相互汚染を起こしていた。また従来はゴミが基体上に付着すると、気相中(ドライ処理)で殆ど除去できない為、一端、ゴミの付着した基体を、装置の真空槽から取り出しウェット洗浄しなければならなかった。

【0006】また、ウェットの基体洗浄はW. Kern等らが1970年に確立したRCA洗浄が基礎となっており、ゴミ除去については、アルカリ系APM( $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ )洗浄およびこれと超音波洗浄を組み合わせたものがある。その他、ブラシスクラバ洗浄、高圧ジェット水洗浄、アイス・スクラバ洗浄等のウェット処理が気相中でゴミを除去するドライ処理よりも広く用いられている。これは気相中(ドライ処理)でゴミ除去が困難な為である。

【0007】しかし、ウェット処理によるゴミ除去も完全ではなく数々の問題を抱えている。例えば、アルカリ系洗浄液においてゴミの除去効果は、従来のゴミ除去ドライ処理より高いが、洗浄液からの金属吸着発生現象により、金属汚染の完全な除去が困難であり、エッチング作用によりウエハ表面のマイクロラフネスが生じる問題がある。また前記ウェット処理は、多量の薬品の使用に

よる薬品廃液が与える環境問題、洗浄槽内での基体裏面のゴミが基体表面を汚染する問題、サブ・ミクロン幅の小さな径の穴の中に入っているゴミの除去の困難さが問題となっている。

【0008】気相中での基体表面上に付着したゴミを、気相中で除去(ドライ除去処理)する技術が試みられている。この技術は、ブローから供給された空気または窒素ガスをHEPAフィルタを介し、真空槽へ導入し、ゴミの付着した基体表面上に定常流を流し、間欠的な圧力変動(ショックウェーブ)又は、断続的なジェット気流(パルスエアジェット)を基体表面上に加える事により、基体表面上に付着したゴミを基体表面上から離脱させ、ゴミを前記定常流のガスに輸送させ、ゴミを排出させる方法である。

【0009】しかしこの方法では、十分なゴミ除去効果を得る事は困難であり、又、ゴミ除去効果の再現性が得られにくい問題がある。本発明者は、その原因を多大な実験を重ねることにより探求した。その結果、十分なゴミ除去効果を得ることが困難なこと、又、ゴミ除去効果の再現性が得られにくいことの原因は、ゴミと基体表面との間に単なるファンデルワールス力以外の力が働きその力が何らかの作用をなしていることを知見した。そこで、さらに思考・実験を重ねたところ、ゴミと基体表面との間に液架橋力が働いていることを見いだした。そして、この液架橋力は、基体表面の水分子に起因していることを突き止めた。すなわち、前記技術においては、真空槽内の水分濃度が制御されておらず、基体表面上に多量の水分(100水分子層以上)が吸着しており、この為、ゴミと基体表面間の水分子による液化橋力により十分なゴミ除去効果を得る事は、困難であり又ゴミ除去効果の再現性が得られにくい問題が発生していることを解明した。

【0010】又、ゴミの付着した基体を、Ar, He等のガスのグロー放電に曝らし、グロー放電で生じた陽イオンを基体表面に照射させ、イオン照射エネルギーでゴミを除去する事も試みられているが、十分な制御された均一な低イオンエネルギー(2~10eV)のイオンのフラックス生成が困難であり、高イオンエネルギー(30eV)で照射されイオンが電極材料をスパッタし、新たなゴミの問題を発生させたり、基体上にイオン衝撃による基体表面層の格子欠陥、さらには半導体デバイス破壊を生じるという問題がある。

【0011】又、有機系のゴミからなるゴミの除去をオゾンと紫外線照射の組み合わせによるドライ除去処理がある。これは、有機系のゴミに185nm, 254nmの紫外線を照射させ、有機系のゴミを構成している特定の分子結合を切り、オゾン $\text{O}_3$ に254nmの紫外線を照射し、酸素ラジカルを生成させ、この酸素ラジカルと有機系のゴミを化学反応させ $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ なる反応生成物をつくり、除去する手段である。一方、金属系のゴミ

では、塩素ガスに400nm以下の波長の光により、蒸気圧の高い金属塩化物を生成させる手段がある。しかし、これらの方法では、実際のゴミは有機、無機の混合物質であることがほとんどで、このような混合物質の場合、化学反応による高蒸気圧の生成物を生成させ、除去させる事は、非常に困難であり、ゴミ除去方法として、万能ではない。

【0012】従来の半導体製造装置、製造ラインでは、ゴミの付着した基体は、前記に述べた様に、一旦基体を真空処理槽から取り出し、前記ウェット処理や、ドライ処理により、基体上に付着していたゴミを除去していた。この為基体洗浄後も、基体は、大気下に再び曝される為、大気中の酸素により、例えば、シリコン、ポリシリコン、アルミニウム上には、自然酸化膜による汚染や、基体を次工程の処理槽に搬送する間に、新たにゴミが基体に付着する等の問題がある。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、いかなる材料から成るゴミにおいても、基体表面上に付着したゴミを、基体表面上から除去出来る基体表面からの気相ゴミ除去装置及び除去方法。を提供することを目的とする。

【0014】また、ゴミ除去工程の自動化、インライン化が初めて、可能になり、飛躍的に高めることができ、例えばシリコン等の大規模集積回路の製造の高歩留りが期待出来るプロセス装置及びプロセスラインを提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明の気相ゴミ除去装置は、少なくとも1つの処理槽と、前記処理槽内において基体を保持する手段と、前記基体表面に水分濃度100ppb以下のガスを供給する手段と、前記基体表面にベルヌーイの圧力差を発生させるための手段とを備えたことを特徴とする。

【0016】本発明の半導体等のプロセス装置は、複数の処理槽と前記処理槽に基体を搬送する手段を有したクラスター方式の基体処理装置において、前記複数の処理槽の少なくとも1つに上記気相ゴミ除去装置が組み込まれていることを特徴とする。本発明のプロセスラインは、上記気相ゴミ除去装置を少なくとも一部に有することを特徴とする。

【0017】本発明の基体表面からの気相ゴミ除去方法は、処理槽内の水分濃度を10ppm以下とし、基体表面に水分濃度10ppm以下のガスの流れと、ベルヌーイの圧力差を発生させることを特徴とする。

【0018】

【作用】以下に本発明の作用を本発明をなすに際して得た知見等と、また、好ましい実施態様例とともに説明する。

【0019】気相中においてゴミが基体表面上に吸着した場合、ゴミと基体間に働く力は、液架橋力とファンデ

ルワールス力であることを本発明者は知見した。特に、水分が基体表面に存在している場合においては液架橋力が支配的である。

【0020】本発明においては、初めて基体表面に付着しているゴミと基体間の液架橋力を排除し、高々基体の格子間の距離のマイナス2乗に比例する程度の小さなファンデルワールス力のみで基体にゴミが付着している状態を実現している。これは、基体表面上の吸着水分量が、略々2分子層以下であるときに実現されることを本発明者は見いだした。この2分子層がどのような状態で存在しているかは明確ではないが、2分子層以下というのは、基体表面全体が2分子層以下の場合のみならず、水分子が存在しない部分が一部にある場合も含まれるといえる。

【0021】このような状態を実現するためには、基体表面に供給されるガスの水分濃度が、100ppb以下であるということが必要である。なお、処理層を構成する部材あるいはガス供給系の配管等の表面からの水分の放出は極力小さくすることが好ましく、そのため、かかる部材は、酸化クロムを主成分とする不動態膜がガスとの接触部表面に形成されたものを用いればよい。

【0022】なお、本発明では、基体表面にベルヌーイの圧力差を発生させる手段を設けている。前述したように、液架橋力の影響を排除した状態では、ベルヌーイの圧力差を基体表面に与えてやればゴミは浮上し、基体表面から除去できることを本発明者は見出したのである。例えば、図1におけるガス（例えばN<sub>2</sub>ガス）の吹き出し口111より250l/minの流量で基体表面にN<sub>2</sub>ガスを吹き付けると、基体表面でのN<sub>2</sub>ガスの平均流速は約30m/secとなる。このN<sub>2</sub>の高流速によって、基体表面より数μmから数10μmの領域では停流層が生じ、高速流と停流層の界面にはベルヌーイの定理によってベルヌーイの圧力差が生じると考えられる。例えば、この流速約30m/secの高速流と停流層の界面に生じる圧力差は約0.5kg/cm<sup>2</sup>程度となることがわかった。この圧力差は、例えば5μm及び1μm程度の比較的大きなゴミに対し基体と垂直方向の運動エネルギーを与える。この垂直方向の運動エネルギーは、力学的な考察より、1μm以上のゴミを基体表面より離脱するために十分なエネルギーとなりうる。ガスの流速は、ゴミの粒径に応じて適宜決めればよいが、10m/sec以上が好ましく、30m/sec以上がより好ましい。かかる高速流の場合除去効率が向上する。なお、上限としては、50m/secが好ましい。

【0023】なお、例えば0.3μm程度の比較的小さなゴミは完全に停流層内部に存在するため、N<sub>2</sub>の高流速によって生じる圧力差のみではゴミは基体表面より離脱できないことがある。この0.3μm程度のゴミを基体表面より離脱させるためには間欠的な圧力変動（例えば衝撃波）を基体表面あるいは基体表面上を流れる高速

のガス流に与えることが効果的であることが本発明者の実験事実より明かとなった。この間欠的な圧力変動（例えば衝撃波）は基体表面より数 $\mu\text{m}$ から数 $10\mu\text{m}$ に生じている停流層を乱す効果を持つと考えられる。これは、間欠的な圧力変動（例えば衝撃波）によって停流層内に一瞬乱流が生じ、 $\text{N}_2$ の高速流のみでは停流層であった基体表面から数 $\mu\text{m}$ 以下の領域においてもベルヌイの定理による圧力差を発生できるのである。この圧力差によって基体表面のゴミは基体表面に対して垂直方向の運動エネルギーが与えられ、基体表面から数 $\mu\text{m}$ から数 $10\mu\text{m}$ 程度舞い上がることができると考えられる。なお、舞い上がったゴミは基体表面を流れる例えば $\text{N}_2$ の高速流によって真空チャンバの外部へ瞬時に運び去られる。この $\text{N}_2$ の高速流は高速なもの（例えば上述した $10\text{m/sec}$ 以上）を用いているためこの中に存在する基体表面から離脱したゴミは基体に再付着する機会をまったく与えられない。

【0024】以上のような作用によって本発明によって基体表面からゴミが除去できる。

【0025】基体あるいは基体上に付着したゴミを、例えばXeランプや例えば $80^\circ\text{C}$ に加熱したガス（例えば $\text{N}_2$ ガス）を用いて昇温することも基体表面に吸着している水分をさらに排除し、液架橋力を小さくする効果をより一層助長するものである。

【0026】基体と、ゴミに働く力がファンデルワールス力のみで表せられる基体表面において、付着しているゴミは常にブラウン運動によって基体表面を自由に移動している。ブラウン運動のエネルギーは温度によって決定され、例えばゴミの温度を高くすると、温度に比例した運動エネルギーによってゴミは基体表面を移動することになる。例えばXeランプ等で昇温すればゴミのブラウン運動を活性化することができる。基体表面を動き回っているゴミは、基体表面の数オングストローム程度の凹凸によって跳ね上がり、この瞬間、基体とゴミとの間に働くファンデルワールス力は最小になり、ゴミが基体から最も離脱し易い状態となる。

【0027】またブラウン運動はゴミの不規則な運動であるため、基体に対して垂直な方向への運動も存在する。従ってこの作用においても基体とゴミの間に働くファンデルワールス力を最小となりうる。

【0028】ゴミを昇温させる際、その温度には細心の注意を払わなければならない。本発明者は基体温度が $80^\circ\text{C}$ 以上でゴミの除去効果が現れることを知見しているが、ブラウン運動を活性化させる上で温度は極力高い方が効果的であることは前述の理由より明かである。しかし、実際のプロセスでは基体表面に付着するゴミの種類を断定することは非常に困難であり、その中には当然有機物等も含まれる。従って有機物を溶解させる温度以下（例えば $200^\circ\text{C}$ 以下）での加熱が理想である。さらに、プロセス全体を低温（ $400^\circ\text{C}$ 前後）でおこなうこ

とを考慮すると、たとえ有機物の付着が認められなくとも、 $300^\circ\text{C}$ 以上の加熱は熱処理効果を及ぼす可能性があるため好ましくない。以上の理由から基体及びゴミの加熱には $80^\circ\text{C}$ から $300^\circ\text{C}$ が好ましく、 $80^\circ\text{C}$ から $200^\circ\text{C}$ がより好ましい。

【0029】

【実施例】

（実施例1）本発明の第1の実施例を図1を用いて説明する。図において101は真空処理槽であり、例えばターボ分子ポンプ102及び粗引きポンプ103によって、真空処理槽101内の真空度は $10^{-10}\sim 10^{-12}\text{Torr}$ に保つことができる。105は真空排気通路で開閉弁104を介して真空処理槽101と接続されている。

【0030】真空処理槽101は、例えば真空融解したSUS316Lでできており、その内面106は鏡面研磨し、かつ不動態化処理されて $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 膜が形成され、放出ガス及び水分の吸着が極めて少ない表面になっている。

【0031】107は基体であり、本実施例ではシリコンウェハを用いている。もちろんシリコンウェハに限らず、他の半導体基板（例えば化合物半導体基板）、磁性体基板、超伝導体基板などであってもよい。108はシリコンウェハ107を保持するための支持台（基体を保持する手段）であり、例えば真空もしくは静電吸着方式による基体保持機構を有している。

【0032】109はシリコンウェハ107上に付着しているゴミを示しており、110はガス吹き出し口109からシリコンウェハ107上に吹き付けられた例えば $\text{N}_2$ ガスの流れを示している。

【0033】111はシリコンウェハ上に設置された $\text{N}_2$ ガスの吹き出し口で、ガス供給通路112と接続されており、ガス供給制御弁113によって高速な $\text{N}_2$ ガスをシリコンウェハ107上に定常的に流す為のものである。ここで114は高圧ガス供給源で、例えば高圧 $\text{N}_2$ ボンベである。高圧 $\text{N}_2$ ボンベ114は高圧ガス供給通路115を通して定常流通路116および高圧ガス制御部117と接続されている。この定常流通路116には例えば通電加熱機構またはその他の加熱機構118が備えられており、 $\text{N}_2$ ガスを約 $80^\circ\text{C}$ に加熱することができる。117は高圧ガスの間欠的で俊敏な流れの制御を行う機構を備えている。

【0034】本実施例では高速開閉弁119、120の間欠的な高速開閉によって、高圧部121からガス供給通路112およびガス吹き出し口111を通して間欠的で俊敏な圧力変動をシリコンウェハ表面上の定常的なガスの流れに作用させることができる。本実施例では圧力変動の発生頻度は最大10回/分であるが、高速開閉弁119、120をさらに高速に駆動するか、または高圧ガス制御部117を並列に多段設けることによって、

間欠的な圧力変動の発生頻度をさらに増やすことができる。

【0035】本実施例で用いたN<sub>2</sub>ガスの水分濃度は10～100ppbに制御されているため、真空処理槽101内の水分濃度は少なくとも10ppm以下に保つことができ、この時の吸着水分量は略々 $1 \times 10^{15}$ 分子/cm<sup>2</sup>である。これは、平均値で2分子層に相当する。

【0036】122はN<sub>2</sub>ガスおよびゴミの排気通路であり、開閉弁123を介して真空処理槽101と接続されており、シリコンウェハー上から離脱したゴミはN<sub>2</sub>ガスの流れにともなうようにして、開閉弁124を介して系外の例えばスクラパーのような排ガス処理装置に排出される。また、排気通路122は開閉弁125および粗排気通路126を介して粗引きポンプ103に接続されており、真空処理槽内を減圧例えば100Torrに保ちながらN<sub>2</sub>ガスおよびそれにともなうゴミを排出することができる。

【0037】127は、シリコンウェハー107を昇温するための、例えばXeランプである。128は真空処理槽101に接続された光導入口で、例えば光学研磨された合成石英等の窓材129が備えられていることにより、Xeランプ127の光がシリコンウェハー107の表面に均一に照射することができる。さらに、Xeランプ127の出力を制御することによってシリコンウェハー107を昇温し、かつ一定の温度例えば100℃に保つことができる。

【0038】130は基体収納槽であり、131は基体を真空処理槽内へ自在に搬入するための機構を備えた搬送室である。基体搬送室131は開閉弁132を介して真空処理槽101に接続されており、基体搬送室131は開閉弁133を介して基体収納槽130に接続されている。基体収納槽130及び基体搬送室131の水分濃度は真空処理槽101と同様に10ppm以下に制御されている。

【0039】次に、図1に示した式の装置を用いてゴミ除去の実験を行った結果について記述する。まず、実験の流れを図1に基づいて説明する。

【0040】シリコンウェハー107上に平均粒径が約0.3～5.0μmのポリスチレンラテックス標準粒子を散布し、レーザー散乱光方式のパーティクルカウンターを用いて予め粒子数を調べておき、これを基体収納槽130に挿入し、槽内の水分濃度が10ppm以下になるようN<sub>2</sub>ガスによる置換を充分に行った後、基体搬送室131を通して真空処理槽101内の支持台108に固定した。さらにシリコンウェハー107をXeランプ127によって約100℃に昇温した。次に開閉弁113を開放し、吹き出し口111を通して約80℃のN<sub>2</sub>ガスをシリコンウェハー107上に連続的に最大250l/minの流量で吹き付けた。さらに、高圧ガス制御部117を作動させ、毎分10回の割合で間欠的な

圧力変動を同じくガス吹き出し口111より発生させた。吹き出されたN<sub>2</sub>ガスおよびシリコンウェハー107上から離脱したゴミは排気通路121を通して系外へ排出した。

【0041】図2にシリコンウェハー上のゴミの除去効果を示す。

【0042】図2より、0.3μm以上の粒子径を持つゴミが効果的に除去されることがわかった。また、シリコンウェハーあるいはN<sub>2</sub>定常流を昇温せずに室温において、同様の実験を試みた。その結果、昇温時の場合と比較すると0.3μmの粒子径のゴミが若干取れにくくなっていることが観察された。続いて、N<sub>2</sub>ガス定常流あるいはシリコンウェハーは昇温しておき、間欠的な圧力変動を発生させずに実験を行ったが、0.3μm程度以下の小さなゴミはほとんど除去されていなかった。

【0043】ゴミを昇温する手法として、例えばレーザー等を用いて基体表面に付着しているゴミのみを昇温させても前述同様にゴミの基体表面からの離脱の効果が期待できる。しかし、基体に局所的な温度差が生じるため、基体に形成された例えばMOSトランジスタ等のデバイスに損傷を与える可能性が大である。このため、本実施例では基体と基体に付着したゴミとを同時に昇温した。しかし、デバイスに影響を与えない場合においては、前記レーザー等を用いてゴミのみを昇温させても同様な効果が期待できる。

【0044】これまでの説明によって、本発明では従来技術にないゴミを基体表面から非常に離脱し易い状態を作りだせる事が明かである。基体表面から完全にゴミを排除するためには、大流量のN<sub>2</sub>ガスを基体表面に吹き付け、さらに間欠かつ俊敏な圧力変動(例えば衝撃波)を加えることが非常に有効であることが実験事実より明かである。

【0045】本実施例では、基体107表面上の高速なN<sub>2</sub>ガス定常流および間欠的で俊敏な圧力変動を基体107表面上に設置したガス吹き出し口111から同時に供給する方式を用いたが、この方式にとらわれることなく、基体107上に高速ガスの定常流を供給する機構が少なくとも一つ備えられていて、基体107上の定常流に作用する間欠的で俊敏な圧力変動を発生させる機構が少なくとも1つ備えられていれば、本発明によってゴミが除去される作用によれば、如何なる方式をとってもかまわない。さらに本実施例において、基体上のゴミ除去に効果的な作用を及ぼす間欠的でかつ俊敏な圧力変動として例えば衝撃波または圧力波を用いてもいっように構わない。

【0046】その例を実施例1の図1および図3、図4を用いて説明する。

【0047】まず、図3では、図1に示した真空処理槽101に導入される高速なN<sub>2</sub>ガスの定常流はガス吹き出し口301と間欠的で俊敏な圧力変動の発生部303



## 11

およびその吹き出し口302が区別されている。この例では、定常流の供給は実施例1の図1と同様にシリコンウェハー上に垂直に供給され、間欠俊敏な圧力変動は他の個所から基体上もしくは真空処理槽内全体に作用するような構成になっている。

【0048】図4の例においては、図1に示した真空処理槽101に導入される高速なN<sub>2</sub>ガスの定常流はガス吹き出し口401と間欠的で俊敏な圧力変動の発生部402およびその吹き出し口403が図3と同様に区別されているが、この例では、間欠俊敏な圧力変動は実施例1の図1と同様にシリコンウェハー上に垂直に供給され、定常流の供給が基体に対して水平に、ガス排気側に向かっている構成となっている。

【0049】また、間欠的で俊敏な圧力変動の発生機構についても、本実施例では、真空処理槽101外にその機構を設け、発生した圧力変動をガス吹き出し口111に伝達する方式をとっているが、例えば真空処理槽101内のガス吹き出し口に例えばオリフィス等のノズルを設け、吹き出し口111自身に間欠的で俊敏な圧力変動の発生機構を備えてもかまわない。すなわち、真空処理槽101内に間欠的で俊敏な圧力変動を発生することができれば、その方法は何等問わない。

【0050】その例を実施例1の図1および図5を用いて説明する。

【0051】図5においては、図1に示した真空処理槽101に導入される間欠的で俊敏な圧力変動の発生機構がガス吹き出し口501自身に備えられており、シリコンウェハーに対して垂直に供給される。また、高速なN<sub>2</sub>ガスの定常流はガス吹き出し口502より基体であるシリコンウェハーに対して水平に、ガス排気側に向かっている構成となっている。本実施例において、高速なN<sub>2</sub>ガスの定常流が図3のようにシリコンウェハーに対して垂直に供給され、間欠俊敏な圧力変動の発生機構を持つ吹き出し口501が他の個所に設置されていても構わない。

【0052】本実施例では、不活性なN<sub>2</sub>ガスによるゴミの除去について言及してきたが、反応性ガス、例えばCl<sub>2</sub>ガスもしくはこれをArのような不活性ガスに混入させたガスを基体表面上に定常的に流し、基体上の金属性のゴミが、例えばAlであった場合、Cl<sub>2</sub>ガスとAlとの反応によってAlCl<sub>3</sub>が形成され、これが揮発性であることを考慮すると、間欠的で俊敏な圧力変動との相乗作用によって、容易に除去可能である。

【0053】その他、例えば有機物のゴミに対しては、例えばO<sub>3</sub>のような反応性ガスが適用可能であり、例えばSiO<sub>2</sub>のゴミに対しては、例えばHFガスが考えられる。

【0054】これらは、一例に過ぎないが、反応性ガスを選択し、ガス系切り換え機構を設けることによって、本発明の気相ゴミ除去作用とともに化学反応を積極的に

## 12

利用したさらに効果的なゴミ除去が可能である。

【0055】(実施例2)本発明の第2の実施例について説明する。本実施例では、図1における真空処理槽101内の基体107及びその支持台108が回転できる機構を有しているときについて図6を用いて説明する。

【0056】図6において、601は基体であり、本実施例ではシリコンウェハーを用いている。602はシリコンウェハー601を保持するための支持台であり、例えば真空もしくは静電吸着方式による基体保持機構を有している。603はシリコンウェハー601および、支持台602を回転するための回転機構であり、例えば毎分1000回転に3秒で達する性能を有している。604は、回転機構の例えば回転数及び回転時間等を制御する制御部である。

【0057】次に、図6に示した式の装置を用いたゴミ除去の実験方法及び結果について記述する。

【0058】シリコンウェハー上に付着させたゴミは、粒径0.5μmのポリスチレンラテックス標準粒子を用い、付着量は1cm<sup>2</sup>当たり約10個とした。約80℃のN<sub>2</sub>ガスをシリコンウェハー601上に連続的に最大250l/minの流量で吹き付け始めた1秒後に、制御部604より制御信号を回転機構603に与えることにより、毎分0回転から1000回転に4秒間で達するようにした。シリコンウェハーの1000回転での回転時間は30秒間である。この後、シリコンウェハーの回転を止め、レーザ散乱光方式のパーティクルカウンタにてゴミの数を測定した。実験結果より、シリコンウェハー上の0.5μmの粒子は1cm<sup>2</sup>あたり約1個に減少したことがわかった。

【0059】続いて、前述のゴミを付着させたシリコンウェハーに約80℃のN<sub>2</sub>ガスをシリコンウェハー上に連続的に最大250l/minの流量で吹き付けながら、シリコンウェハーを3秒間1000回転で回転させた後、回転を停止し、完全に回転が停止してから5秒後に再びシリコンウェハーを1000回転で回転させることを10回繰り返した。シリコンウェハーの回転が止まるたびにシリコンウェハー上のゴミを測定した結果、例えば1回目1cm<sup>2</sup>あたり約1個であったゴミが、2回目1cm<sup>2</sup>あたり約0.8個、5回目では約0.5個に減少し、以後ゴミの減少量は飽和傾向にあった。この結果よりシリコンウェハーの回転、停止を繰り返すことがゴミの除去に効果を示すことがわかった。

【0060】基体を回転させることによって、基体表面に付着したゴミを除去できる機構としては、基体を回転させた瞬間に基体のごく表面で生じる気体の乱流が作用していると考えられる。この乱流によって基体表面に付着しているゴミには基体に対して垂直の運動エネルギーが与えられ、基体表面から離脱すると考えられる。

【0061】本実施例ではシリコンウェハーの回転数は毎分1000回転であり、1000回転に達する時間は約



13

4秒間とした。しかし、これらの値はゴミを除去しようとしている基体の形状、大きさ、並びに基体に付着しているゴミの種類等によって最適化すればよく、具体的には実験等により予め求めておけばよい。

【0062】さらに、前述の実験でシリコンウェハの回転に、間欠且つ俊敏な圧力変動（例えば衝撃波）の発生を加えても、シリコンウェハ上からゴミを除去することに効果を表す。

【0063】また、基体を回転させながら、例えばXeランプ照射によって基体表面の温度を例えば100℃に昇温させてもゴミは効果的に基体表面から除去できると考えられる。

【0064】（実施例3）本実施例を、図1および図7を用いて説明する。図7で701は、図1の117の高圧ガス制御の代わりに接続される電離窒素ガス制御部である。また、702は真空紫外光源、例えば重水素ランプである。703は、硝子容器であり、ここでは円筒状のパイプを用いた。704は、真空紫外光の反射板である。705、706は、高速開閉弁である。707より、導入された窒素ガスは、706の高速開閉弁を介し、703のガラス容器へ導入される。ここで、窒素ガスは、702の真空紫外光で電離する。704の真空紫外光反射板は、前記電離効率を上げるべく作用するものである。703で電離した窒素ガスは、705の高速開閉弁を介し、708に続く真空処理槽へ導入される。ここで実施例1で用いた真空処理槽101を用いた。電離した窒素ガス110は、シリコンウェハ107の静電気を中和すべく作用し、この中和により、気相中のゴミとシリコンウェハ107の間に働く、静電気力を打ち消し、気相中のゴミが、シリコンウェハに付着または再付着する事を防止する。本実施例に於いては、電離した窒素ガスを用いる事により、従来より約20%ゴミを減らす事が出来た。また重水素ランプの代わりに軟X線を用いて、清浄で水分の少ない空気（10~100ppm）を電離させ場合でも、従来より約15%ゴミを減らす事ができた。すなわち、窒素ガスの代わりに清浄な空気を用いることも可能である。本実施例では、実施例1と同じ実験用試料、ゴミ測定器を用いた。本実施例では、702の紫外線光源、軟X線光源を、701の内部に設置したが、実施例1の様に128の光導入口を介し127の位置に光源を設置しても良い。

【0065】（実施例4）本発明の第4の実施例について説明する。本実施例では、図1における真空処理槽内の基体支持台内部に例えば超音波発生器のような機械的振動を発生する機構を組み込んだ場合について図8を用いて説明する。

【0066】図8は、図1の基体支持台108の代わりに用いたものである。図において、801は基体であり、本実施例ではシリコンウェハを用いている。802はシリコンウェハ801を保持するための支持台で

14

あり、例えば真空もしくは静電吸着方式による基体保持機構を有している。803は例えば30KHzから2MHzの超音波発生器であり、支持台802を介して、シリコンウェハ801に超音波振動が伝搬するようになっている。

【0067】次に、図4に示した式の装置を用いたシリコンウェハ上からのゴミ除去の実験方法及び結果について記述する。

【0068】基体にはシリコンウェハを用い、その上に、粒径0.5μmのポリスチレンラテックス標準粒子を1cm<sup>2</sup>あたり約10個付着させた。約80℃のN<sub>2</sub>ガスをシリコンウェハ801上に連続的に最大250l/minの流量で吹き付け始めた1秒後に、超音波発生器803を作動させた。超音波発生器803の動作時間は30秒間である。この後、超音波発生器803の動作を停止させ、レーザ散乱光方式のパーティクルカウンタを用いゴミの数を測定した。このときのシリコンウェハ上のゴミは1cm<sup>2</sup>あたり約1個であった。

【0069】次に、超音波発生器の動作時間を30秒間とし間隔を5秒間あけて再び超音波発生器を30秒動作させる操作を5回繰り返した。超音波発生器の動作時間と動作時間の間にシリコンウェハに付着しているゴミの数を測定した。結果として、超音波発生器の動作回数が増加するにつれてシリコンウェハ上のゴミは減少し、最終的にはシリコンウェハ上に付着しているゴミは1cm<sup>2</sup>あたり約0.5個であった。

【0070】以上の実験より、例えば超音波のような機械的な振動を与えることによって効率よく基体表面のゴミを除去できることがわかった。もちろん本実施例の条件によらず、条件を最適化することで、この方法によりさらに高効率でゴミを除去することが可能となる。

【0071】また、ここでは基体を振動させる手段として例えば超音波発生器を用いたが、これは基体に振動を与えることを目的としているため、このような機構を有するものであればどのような手段を用いてもよい。

【0072】さらに、本実施例においては、実施例1で述べた、例えば間欠且つ俊敏な圧力変動（例えば衝撃波）や、実施例2で述べた基体を回転させる機構は用いていない。しかし、このような装置との組み合わせることによっても基体表面からのゴミ除去装置を構成することができる。

【0073】（実施例5）本実施例を実施例1で示した図1及び図9を用いて説明する。図9において901は水素ガス供給源で、例えば高圧水素ガスボンベである。901は高圧水素ガス供給通路902および904に続く図1のガス供給通路116を通して真空処理槽101と接続されている。水素ガス供給通路902はステンレス、Niまたはその他の金属製で、例えばシースヒーターまたはその他の加熱機構903が備えられており、水素ガスを例えば約900℃まで加熱することができる。

15

加熱された水素ガス供給通路902の金属内表面の触媒作用により、供給された水素ガスの一部、または全部が原子状水素となり、図1のガス供給通路116およびガス吹き出し口111を通して真空処理槽101内の基体107のシリコンウェハ上に供給される。

【0074】本実施例においては、実施例1で行った基体表面上における高速ガスの定常流および間欠的かつ俊敏な圧力変動に加え、真空処理槽101内のシリコンウェハ107上に原子状水素を供給することによって、実施例1で行った実験結果に比べさらに約30%ゴミを減らすことができた。本実施例において、ゴミが除去される、またはゴミの付着が防止される機構についてはまだ明らかではないが、シリコンウェハ表面を原子状水素により水素終端表面にすることにより表面吸着水分が減り、または表面が疎水性となり水分による基体とゴミとの間の液架橋力を減少させたものと考えられる。本実施例のようにシリコン表面を水素終端することにより、表面吸着水分量は著しく減少する。

【0075】図9(a)に10ppm以下の水分濃度雰囲気下における水素終端されたシリコン表面に吸着する水分量を示す。水分濃度10ppm雰囲気下における表面吸着量はたかだか1/50分子層にも満たない。すなわち、実施例1にあげた、基体表面の吸着水分量が平均値で2分子層以下となれば、真空処理槽101内の雰囲気水分濃度10ppmを超える場合においてもゴミの除去が可能である。従って、水分濃度10ppm以下の雰囲気において、本発明の作用が更に増すことはいうまでもない。

【0076】本実施例では真空処理槽101外にその機構を設け、発生した原子状水素をガス吹き出し口111より供給する方法をとっているが、例えば真空処理槽101内に例えばタングステンフィラメントを設け、熱励起による原子状水素発生機構を備えてもかまわない。すなわち、真空処理槽101内に原子状水素を混入することができれば、原子状水素発生場所、およびその方法は問わない。また、本実施例では基体にシリコンウェハを用いたが、表面の水素終端が可能ならば基体の材質は問わない。逆に、ゴミの表面を水素終端させることが可能であれば、基体の材質を問わず本発明の作用がある。また、本実施例では原子状水素を用いたが、基体またはゴミの表面の吸着水分量を減らす、または疎水性表面にする等の、基体とゴミの間に働く付着力を減少させることができればその方法は何等問わない。

【0077】(実施例6) 本発明の第6の実施例について説明する。本実施例では、実施例1で述べた図1における真空処理槽の構成において、基体に例えばシリコンウェハを用い、シリコンウェハ表面に定常的に供給するガス流の代わりに例えば液化N<sub>2</sub>のような常温で容易に気化する液体を用いた場合について図10を用いて述べる。

16

【0078】図において、1001は液化N<sub>2</sub>タンクであり、例えば真空断熱された容器である。1002は液化N<sub>2</sub>をシリコンウェハ1003表面に供給するための供給通路であり、例えば真空断熱を施し、内面は約液化N<sub>2</sub>温度(77K)に保持されており、ほぼ液体の状態で液化N<sub>2</sub>を吹き出し口1004まで搬送することができ、1005は液化N<sub>2</sub>タンク内の圧力を一定に保つための圧力調整弁であり、この圧力調整弁1005を開閉することによって、液化N<sub>2</sub>タンク内の圧力を任意の一定値に保つことができる。液化N<sub>2</sub>は、開閉弁1006を解放することによって、液化N<sub>2</sub>タンク内の圧力により、供給通路1002を通りシリコンウェハ上に供給される。吹き出し口1004はシリコンウェハ上に液化N<sub>2</sub>が例えば均一に噴射できる構造とした。さらに、1004から噴射される液化N<sub>2</sub>の流量は液化N<sub>2</sub>タンク内の圧力によって制御される。

【0079】次に実験方法及びその結果について述べる。基本的な実験手順は実施例1に沿っている。ゴミとしてはシリコンウェハ上に平均粒径0.5μmのポリスチレンラテックス粒子を付着させた。予め、レーザ散乱光方式のパーティクルカウンタによってゴミの数を測定し、本実験でのゴミの数は1cm<sup>2</sup>当たり約10個であった。液化N<sub>2</sub>を供給するためのN<sub>2</sub>ガスの圧力は、10kg/cm<sup>2</sup>とした。

【0080】シリコンウェハ上液化N<sub>2</sub>を60秒間散布すると同時に、実施例1で述べた間欠且つ俊敏な圧力変動を10秒間に一回、合計6回与えた。この後、再びレーザ散乱方式のパーティクルカウンタによってシリコンウェハ表面に付着しているゴミの数を測定した。このときのシリコンウェハ上に付着しているゴミの数は1cm<sup>2</sup>当たり約0.5個以下となった。この結果より、シリコンウェハに液化N<sub>2</sub>を供給しながら間欠且つ俊敏な圧力変動を与えると、シリコンウェハ上からゴミを除去できることが明かとなった。

【0081】この作用としては、例えば液化N<sub>2</sub>のように室温で容易に気化する液体は、一種の爆発のような作用を伴って気化する。この際、波長が数μm程度の衝撃波を伴い、この衝撃波が基体に付着しているゴミに対し運動エネルギーを与えていると考えらる。この運動エネルギーによってゴミは非常に離脱し易い状態となり、さらに、間欠且つ俊敏な圧力変動を加えることによって完全にシリコンウェハ上から離脱すると考えられる。このように基体表面から離脱したゴミは、気化した液体が作り出す定常的なガス流によって外部に搬送されと考えられる。

【0082】本実施例では、室温で容易に気化する液体として、液化N<sub>2</sub>を用いた。しかし、この現象は、液体が気化する際に発生するエネルギーが作用しているといえるので、例えば、液化Arやイソプロピルアルコールのような室温で容易に気化する液体であればどのような液

17

体を使用しても、同様な効果があると考えられる。また、室温で容易に気化する液体を供給する装置の構成に関しても、本実施例は単なる1つの例にすぎず、液体の状態で基体表面に供給できる機構であればどのような装置を用いてもいっこうにかまわない。

【0083】さらに、実施例1より、基体を昇温する事がゴミの除去に効果を及ぼすことから、気化温度を室温のみならず、例えば100℃程度の昇温によって気化する液体を用いてもよい。

【0084】(実施例7) 本実施例に於いて、本発明のゴミ除去装置を、例えばシリコンウェハを処理する半導体製造装置にどの様に組み込むかを、本実施例を用いて説明する。図11、12、13は、シリコンウェハを処理する半導体製造装置を各々上から見た模式図である。これら半導体製造装置は、シリコンウェハを処理する為、複数の処理槽とシリコンウェハを各処理槽に、搬送する手段を備えた搬送槽、シリコンウェハを収納したウェハ・カセットを収納する槽を有したクラスター方式の半導体製造装置である。これらクラスター方式の半導体製造は、本実施例1に於いて、明記された様に各槽は、例えば真空融解したSUS316で出来ており、その内面は、鏡面研磨し、かつ $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 膜で不動態化処理されており放出ガス及び水分の吸着が極めて少ない表面に成っている。さらに本処理槽に用いる高圧ガスの水分濃度は、10~100ppbである。これにより本各真空槽の水分濃度は、高々10ppm以下に保たれていることは、言うまでもない。本図11に於いて、1101は、シリコンウェハ上に付着したゴミを除去する為の、ゴミ除去装置を有した真空槽、1102は、1103は処理するウェハ及び処理終了後のウェハを収納する為のカセットを収納する槽である。1104は、シリコンウェハを各処理槽に搬送する手段を有した搬送機構である。1105は各処理槽にシリコンウェハを搬送する為の真空槽である。1106、1107、1108、1109、1110は、例えばシリコンウェハを処理する為のドライ・エッチング処理、プラズマ成膜処理、熱分解成膜処理、スパッタ成膜処理等の真空槽である。

【0085】各処理槽で処理されたシリコンウェハ上には、その処理槽内のゴミが付着する。ゴミが付着したまま、このウェハが次工程の処理槽に搬送され処理されると、例えばドライ・エッチ処理槽へ搬送されると、ゴミがマスクとなりエッチング残りを生じる。又プラズマ成膜処理装置へ搬送されると、ゴミが成膜中に取り込まれシリコンの大集積回路の長期的信頼性に悪影響を与え、成膜平坦化にも問題が生じる。この様にシリコンウェハ上に付着したゴミは、シリコンの大集積回路の製造の低歩留の原因となる事は、よく知られた事である。本発明に於いては、各槽の処理中にゴミが付着したウェハをゴミ除去装置を有したゴミ除去槽に搬送し、シリコンウェハ上に付着したゴミをシリコンウェハ上から除去する事が

18

出来る。本実施例に於いては、前記ゴミ除去槽を、1102、1103の処理するウェハ及び処理終了後のウェハを収納する為のカセットを収納する槽と、1105の各処理槽にシリコンウェハを搬送する為の真空槽との間に設置したが、ゴミ除去槽をクラスター方式の半導体製造装置に接続し、シリコンウェハ上に付着したゴミを除去する事が重要であり、例えば図12、図13に示す様に、少なくとも一つ以上のゴミ除去槽を他の位置と接続設置しても構わない。

【0086】(実施例8) 本実施例に於いて、本発明のゴミ除去装置、もしくは、前記ゴミ除去装置を組み込んだ枚葉処理方式やクラスター方式の半導体製造装置を少なくとも一部に有する事を特徴とする半導体製造ラインにどの様に組み込むかを、本実施例を用いて説明する。図14に於いて、1401は、シリコンウェハを枚葉毎に各半導体製造装置に自動搬送する窒素雰囲気下のトンネルである(以後窒素トンネルと言う)。1402は、搬送されるシリコンウェハである。例えば1403、1404は、枚葉毎に処理する半導体製造装置である。1405は、複数の処理槽と前記処理槽にシリコンウェハを搬送する手段を有したクラスター方式の半導体製造装置である。例えば1403は、反応性イオンエッチング装置であり、1404は、プラズマ成膜装置である。1406は例えばステッパであり、1407はイオン打ち込み装置である。1409、1410、1411、1412、1413は、本発明のゴミ除去装置である。1414は、シリコンウェハを各処理槽に搬送する為の手段を有した真空槽である。1415、1416、1417は、例えばシリコンウェハを処理する為のドライ・エッチング処理槽、プラズマ成膜処理槽、熱分解成膜処理槽、スパッタ成膜処理槽等の真空槽である。本実施例1、7に於いて、明記されていると同様に各槽及び窒素トンネルは、例えば真空融解したSUS316で出来ており、その内面は、鏡面研磨し、かつ $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 膜で不動態化処理されており放出ガス及び水分の吸着が極めて少ない表面に成っている。さらに本処理槽に用いる高圧ガスの水分濃度は、10~100ppbである。これにより本各真空槽の及び窒素トンネルの水分濃度は、高々10ppm以下に保たれていることは、言うまでもない。

【0087】実施例7で明記した様に、ウェハ表面上に付着したゴミは、シリコンの大集積回路の製造の低歩留の大きな原因となっている。そこでこの問題を解決する為に本実施例では、各処理槽でシリコンウェハを処理中に付着したゴミを、ゴミ除去装置で除去し次工程の処理槽に搬送する機能を有した半導体製造ラインを設計した。

【0088】これにより、処理槽で生じるゴミの影響を最小限に出来る半導体製造ラインが達成出来た。本発明に於いて、処理中に付着したゴミを次工程処理槽に、持ち込まない事が重要であり、その目的を満足するもので

19

あれば、ゴミ除去装置を前記半導体製造ラインのどの位置に設置しても良い。

【0089】

【発明の効果】本発明により、いかなる材料から成るゴミに於いても、基体表面上に付着したゴミを、基体表面上から除去出来る。本発明は、従来実用面で困難であったドライ処理による気相中でのゴミ除去の手段を初めて提供し、従来広く用いられているウェット処理は、本発明により全てドライに置き換えることが処理可能になった。このドライ化により、半導体等の製造装置および半導体等の製造ラインのゴミ除去工程の自動化、インライン化が初めて可能になり、製造歩留まりを飛躍的に高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1を説明するための装置構成図である。

【図2】シリコンウェハー上のゴミの除去効果を示す図である。

【図3】実施例1の変形例を説明するための装置構成図である。

【図4】実施例1の他の変形例を説明するための装置構成図である。

【図5】実施例1の装置の圧力変動機構の概念構成図である。

【図6】実施例2を説明するための装置構成図である。

【図7】実施例3を説明するための装置構成図である。

【図8】実施例4を説明するための装置構成図である。

【図9】実施例5を説明するための装置構成図である。

【図10】実施例6を説明するための装置構成図である。

【図11】実施例7を説明するための装置構成図である。

【図12】実施例7の変形例を説明するための装置構成図である。

20

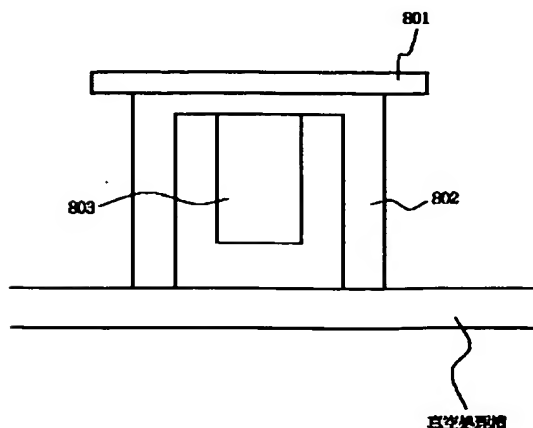
【図13】実施例7の他の変形例を説明するための装置構成図である。

【図14】実施例8を説明するための装置構成図である。

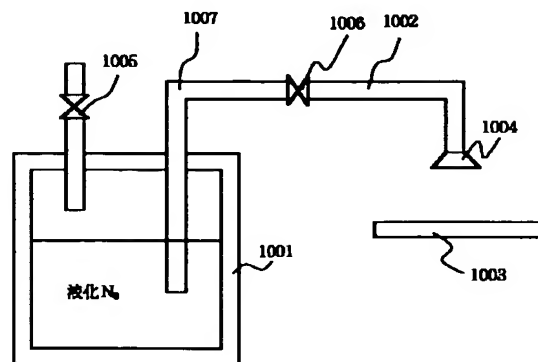
【符号の説明】

- 101 真空処理槽、
- 102 分子ポンプ、
- 103 粗引きポンプ、
- 104 開閉弁、
- 105 真空排気通路、
- 107 シリコンウェハー（基体）、
- 108 支持台（基体を保持する手段）、
- 109 ゴミ、
- 110 N<sub>2</sub>ガスの流れ、
- 111 N<sub>2</sub>ガスの吹き出し口、
- 112 ガス供給通路、
- 113 ガス供給制御弁、
- 114 高圧ガス供給源、
- 115 高圧ガス供給通路、
- 116 定常流通路、
- 117 高圧ガス制御部、
- 118 加熱機構、
- 119, 120 高速開閉弁、
- 121 高圧部、
- 122 排気通路、
- 123, 124, 125 開閉弁、
- 126 粗排気通路、
- 127 Xeランプ、
- 128 光導入口、
- 129 窓材、
- 130 基体収納槽、
- 131 搬送室
- 131, 132, 133 開閉弁。

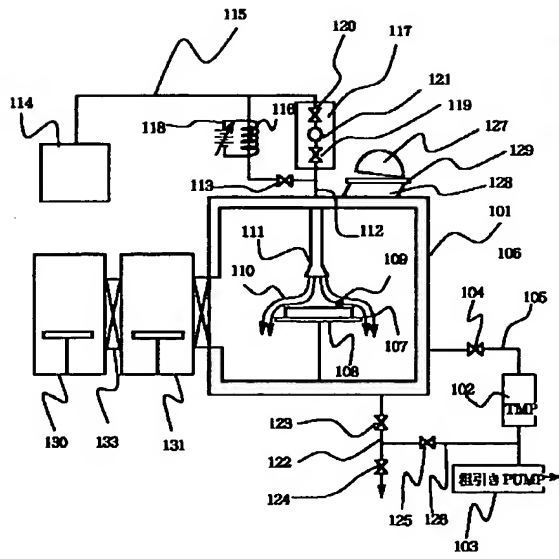
【図8】



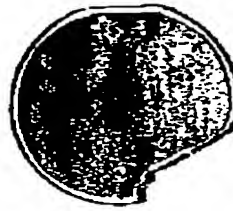
【図10】



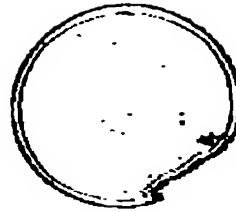
【図1】



【図2】

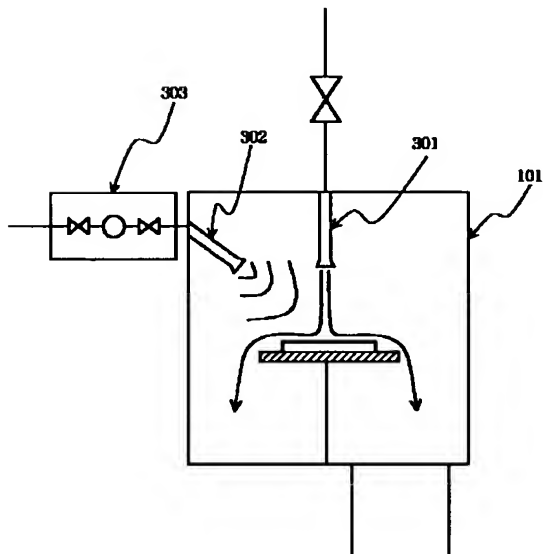


除去前

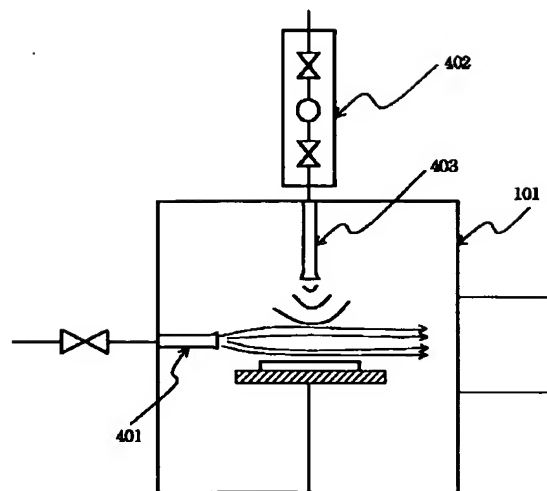


除去後

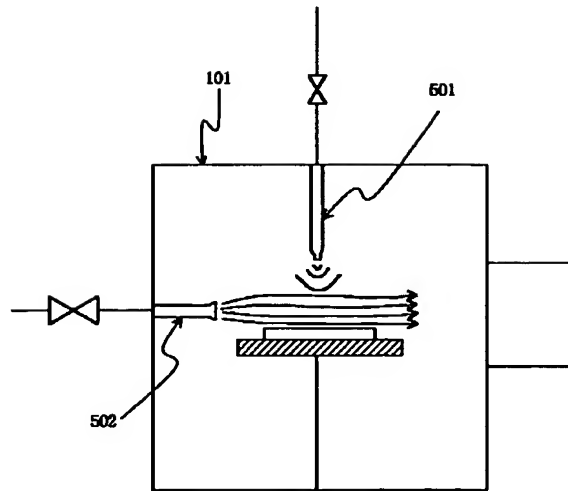
【図3】



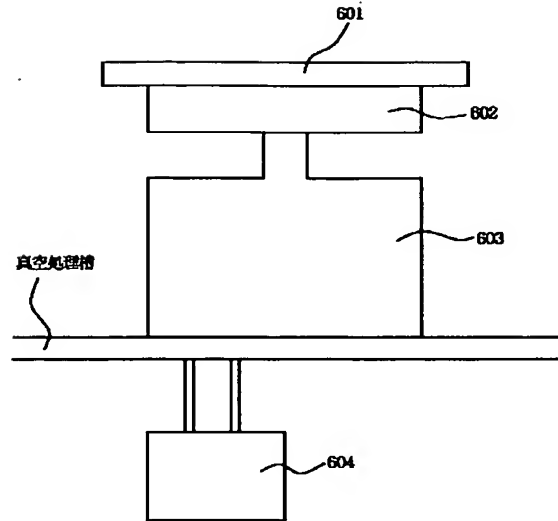
【図4】



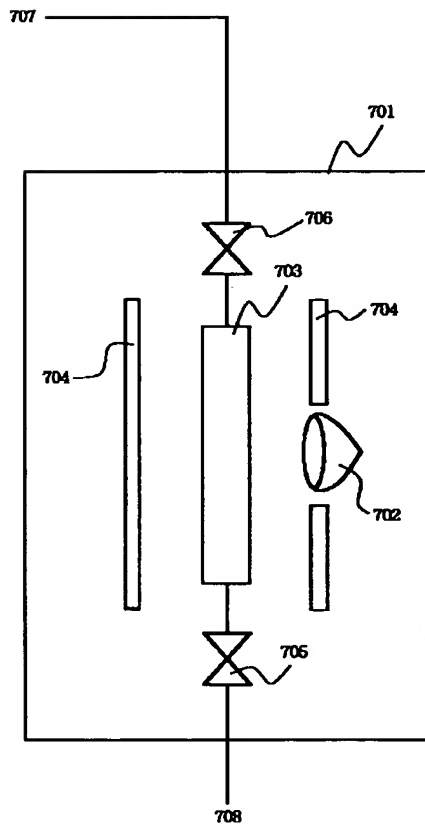
【図5】



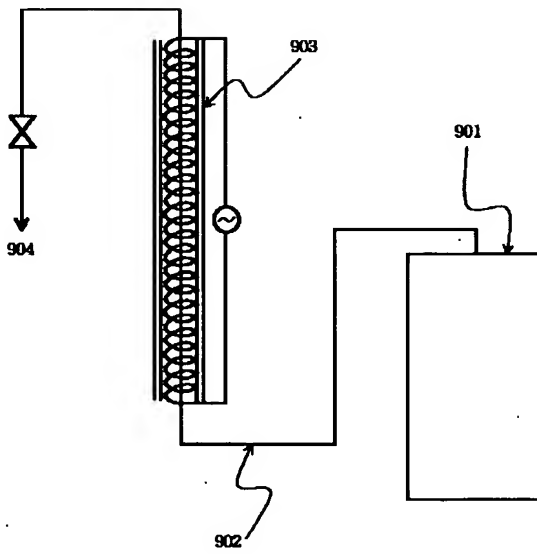
【図6】



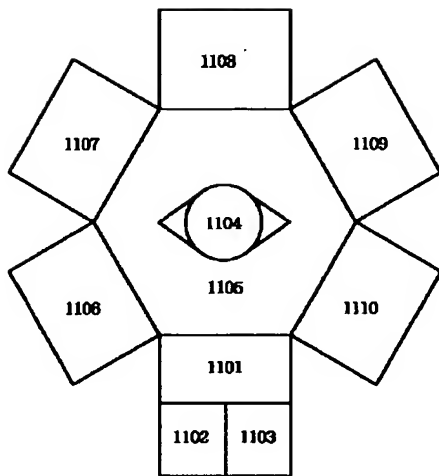
【図7】



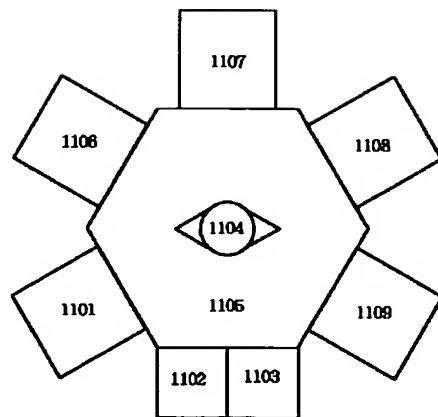
【図9】



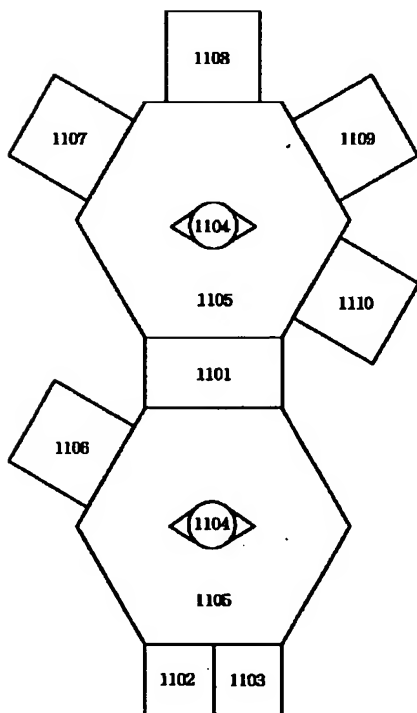
【図11】



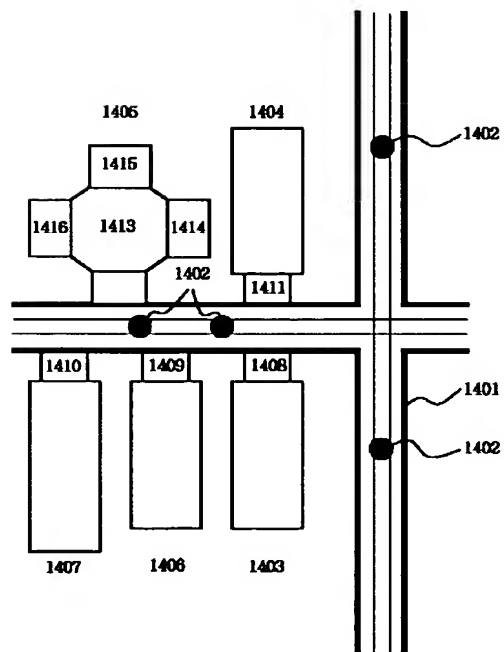
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 山川 洋幸  
神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地日本真空技  
術株式会社内

(72)発明者 林 主税  
神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地日本真空技  
術株式会社内